



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2002123963 A

(43) Date of publication of application: 26.04.2002

(51) Int. Cl. G11B 7/125

G11B 7/0045, H01S 5/042

(21) Application number: 2000318234

(22) Date of filing: 13.10.2000

(71) Applicant: HITACHI LTD

(72) Inventor: ASADA AKIHIRO

KAKU TOSHIMITSU

HOSHINO TAKASHI

KUREBAYASHI MASAOKI

## (54) METHOD FOR DRIVING SEMICONDUCTOR LASER AND OPTICAL DISK DEVICE USING THE SAME

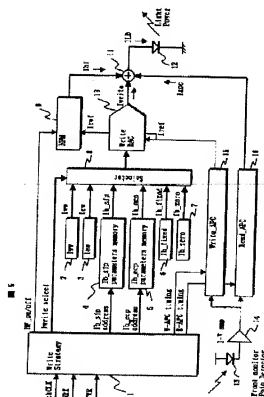
the semiconductor laser. Also, the position of front edge of the light emitting pulse is made minutely variable by changing the value of the 1st driving current  $I_b$ .

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve such a problem that the stability of the recording performance is deteriorated due to the relative increase of the rise time  $T_r$  and the fall time  $T_f$  of a light pulse with respect to the channel clock period  $T_w$  in accordance with the further increase of the recording speed and simultaneously the practical realization becomes uneasy due to also the micronization of step width (the order of 0.1 ns at ten times speed for DVD) for controlling the mark edge position.

**SOLUTION:** This method is constituted in such a manner that a 1st driving current  $I_b$  of the current value smaller than a threshold current  $I_{th}$  for oscillation of a semiconductor laser and a 2nd driving current  $I_w$  of the current value larger than the threshold current  $I_{th}$  for oscillation are furnished, and the rise and fall characteristics of the recording light pulse are improved by means of changing the driving current of the semiconductor laser to the 2nd driving current  $I_w$  from the 1st driving current  $I_b$ , then changing it, after the specified time, to a 3rd driving current  $I_b'$  of the current value smaller than the threshold current  $I_{th}$  for oscillation of

COPYRIGHT: (C)2002,JPO



(18) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-123963

(P2002-123963A)

(43) 公開日 平成14年4月26日 (2002.4.26)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
G 1 1 B  
H 0 1 S

7/125  
7/0045  
5/042

F I  
G 1 1 B  
H 0 1 S

7/125  
7/0045  
5/042

C  
5 D 0 9 0  
A  
5 D 1 1 9  
5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全14頁)

(21) 出願番号 特開2000-318234(P2000-318234)

(22) 出願日 平成12年10月13日 (2000.10.13)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田横河台四丁目6番地

(72) 発明者 浅田 昭広

神奈川県横浜市中区吉田町292番地 株式会社日立製作所デジタルシステムテクノ開発本部

(73) 発明者 實業 敏光

茨城県ひたちなか市箱田1410番地 株式会社日立製作所デジタルシステムテクノ製品事業部

〒100075096

(74) 代理人 井理士 作田 廣夫

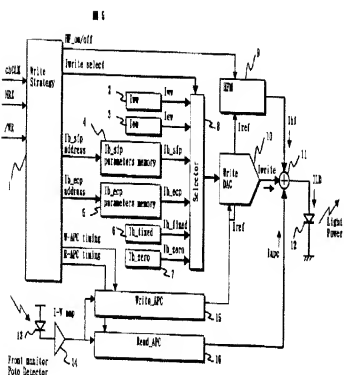
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体レーザー駆動方法およびこれを用いた光ディスク装置

(57) 【要約】

【課題】 記録速度のより高速化にともない、光ディスクの立上り時間T<sub>up</sub>と立下り時間T<sub>dn</sub>がチャーンホールドロック周回T<sub>h</sub>に對し 相対的に増加し、記録特性の安定性が劣化する。また同時にチャーンエッジ位置を制御するステップ幅も微小化 (DVD 10倍速時 0.1μs オーダ) し、実用的な実現性が懸念される。

【解決手段】 半導体レーザーの発振閾値電流I<sub>th</sub>より小さい電流値の第1の駆動電流I<sub>1w</sub>と発振閾値電流I<sub>th</sub>より大きい電流値の第2の駆動電流I<sub>2w</sub>を有し、半導体レーザーの駆動電流を第1の駆動電流I<sub>1w</sub>から第2の駆動電流I<sub>2w</sub>に変化させ、所定時間後、半導体レーザーの発振閾値電流I<sub>th</sub>より小さい電流値の第3の駆動電流I<sub>3w</sub>に変化させることにより記録用光ディスクの立上り、立下り特性を改善する。また、第1の駆動電流I<sub>1w</sub>の値を減ることでより発光パルス間の前縁エッジ位置を微小可変する。



# 【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体レーザより出力される光パルスをを用いてデイクラス上に情報を記録する光デイクラス装置において、半導体レーザの発振面直電流より小さい電流値の第1の駆動電流と発振面直電流より大きい電流値の第2の駆動電流を有し、半導体レーザの駆動電流を第1の駆動電流から第2の駆動電流に変化させることによりデイクラス上に情報を記録するための光パルスを生成することを特徴とする半導体レーザ駆動方法。

【請求項2】前記半導体レーザの駆動電流を、前記第1の駆動電流から前記第2の駆動電流に変化させ、所定時間間後、該半導体レーザの発振面直電流より小さい電流値の第3の駆動電流に変化させることにより1つの光パルスを生成し、デイクラス上に記録する工程長に対応した数の光パルスの列をデイクラスに照射することによりデイクラス上に工程を形成することを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ駆動方法。

【請求項3】前記半導体レーザの駆動電流を、前記第1の駆動電流から前記第2の駆動電流に変化させ、デイクラス上に記録する工程長に対応した時間経過後、該半導体レーザの発振面直電流より小さい電流値の第3の駆動電流に変化させることにより工程長に対応した光パルスを生成し、これを光デイクラスに照射することによりデイクラス上に工程を形成することを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ駆動方法。

【請求項4】前記光パルスを発光するにあたり、発光前との前記第1の駆動電流の値を記録する工程長に対応し、発光前と可変することを特徴とする請求項2記載の半導体レーザ駆動方法。

【請求項5】前記光パルスの発光前の前記第1の駆動電流の値を記録する工程長に対応し、可変することを特徴とす請求項3記載の半導体レーザ駆動方法。

【請求項6】前記第3の駆動電流の値を記録する工程長に対応し、可変することを特徴とする請求項2または4記載の半導体レーザ駆動方法。

【請求項7】前記半導体レーザの発振面直電流よりも大きく、かつ、前記光パルスの最後の光パルスの発光後、電流から第4の駆動電流より小さい第4の駆動電流所定時間経過後半導体レーザの駆動電流を該第1の駆動電流または第4の駆動電流に変化させることを特徴とする請求項7または4記載の半導体レーザ駆動方法。

【請求項8】半導体レーザより出力される光パルスをを用いてデイクラス上に情報を記録する光デイクラス装置において、記録すべき情報に対応した記録2値化信号を発生して、半導体レーザを駆動する手段と、該記録2値化信号に対応して、半導体レーザを駆動する手段と、半導体レーザの発振面直電流より小さい電流値の第1の駆動電流と該発振面直電流より大きい電流値の第2の駆動電流を有し、半

導体レーザの駆動電流を第1の駆動電流から第2の駆動電流に変化させることにより半導体レーザを駆動し、該半導体レーザより出力される光パルスをを用いて光デイクラス上に情報を記録することを特徴とする光デイクラス装置。

【請求項9】半導体レーザを駆動する駆動電流により半導体レーザから出力される光パルスをを用いてデイクラス上に情報を記録する光デイクラス装置において、前記半導体レーザを駆動する駆動電流は、少なくとも、半導体レーザの発振面直電流より小さい第1の駆動電流から、該発振面直電流より大きい第2の駆動電流に変化し、前記第1の駆動電流値を变化させることにより、前記光パルスの立ち上がり特性を制御することを特徴とする半導体レーザ駆動方法。

【請求項10】請求項9記載の半導体レーザ駆動方法であって、前記半導体レーザを駆動する駆動電流は、少なくとも、半導体レーザの発振面直電流より小さい第1の駆動電流から、該発振面直電流より大きい第2の駆動電流に変化し、さらに、半導体レーザの発振面直電流より小さい第3の駆動電流に変化するパルスの列の駆動電流からなり、前記第3の駆動電流値を变化させることにより、前記光パルスの立ち下がり特性を制御することを特徴とする半導体レーザ駆動方法。

## 【発明の詳細な説明】

### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体レーザ駆動方法およびこれを用いた光デイクラス装置に関する。特に、レーザ光などの照射により情報を記録する光デイクラス装置において高速記録を可能にする半導体レーザ駆動方法およびこれを用いた光デイクラス装置に関する。

### 【0002】

【従来の技術】光デイクラス装置はその記録容量の大容量化とともに高速記録、高速再生が要求されている。特に高速再生および高速記録は半導体そのスビードを向上させることが要求されている。

### 【0003】

【記録可能な光デイクラス媒体とは一度だけ記録可能な通信型と、記録・消去が何度でも可能な蓄積型がある。通信型の光デイクラスは記録層に色素染材料等を用いてこれを半導体レーザの光パルスで照射部分の温度を所定温度以上に上昇させ、照射部分の記録層の反射率を恒久的に変化させることにより情報を記録する。

【0004】蓄積型の光デイクラスとしては、光磁気効果を利用した光磁気記録媒体や、可逆的な結晶化/非晶化を促進した相変化記録媒体とがある。光磁気記録媒体では半導体レーザからの光パルスで照射部分の温度を所定温度以上に上昇させ、照射部分の記録層の磁化の向きを所定の方向に向かわせることにより情報の記録（結晶化および非晶質化）を實現するための現象を少なくとも2つのレベルの光パターを用いる。結晶化は記録層の結晶

化温度より十分に高く、融点よりは低い温度まで照射部分の記録層を加熱することにより行われる。非晶質化は融点より高い温度まで照射部分の記録層を過熱し、急冷することにより行われる。

【 0 0 0 5 】 これらの記録媒体の記録方法は上記したように半導体レーザーからの光パルスで熱膨張によるレーザ長によるより行われる。実際には熱膨張によるレーザ長の膨大、あるいは相変化媒体の場合、再結晶化によるレーザ長の短縮等により必ずしも所望のレーザ長が得られない。そこで記録の光パルスを分割し、個々の分割光パルスの時間幅を短くすることで記録層内の温度分布を調整することが一般的に行われている。特に相変化媒体では、分割光パルス毎に高温化と急冷を繰り返すことにより記録レーザ長に対応したレーザ（非晶質化）を形成している。以下この分割光パルスをマルチパルスとも称す。

【 0 0 0 6 】 上記の熱膨張によるレーザ長の膨大あるいは再結晶化によるレーザ長の短縮のレーザ長に対する比率は、データ上の最短レーザ長（長手方向サイズ）と光スポットサイズの相対的大きさに強く依存し、高温化記録化するほど顕著となる。このため 3 T、4 T、5 T 等の短いレーザを記録する場合はそのレーザ長の膨大、縮小を考慮してレーザ長に対応して分割光パルスの光頭パルスを揃える。マルチパルスの時間的位置あるいはパルス幅を制御して所望のレーザ長となるようにしている。以下この制御方法をサブトラック制御と称す。また前記光パルスの分割方法およびサブトラック制御を合わせてライストマトリクスと称す。

【 0 0 0 7 】 このような光データ媒体の高速記録化を行う場合、光パルスの時間幅はその記録スピードに反比例して小さくなる。例えば、DVD-RAM の場合で考えれば、4.7Gb/s の記憶容量をもつ DVD-RAM（2 倍速）の場合、チャネルクロックは 58MHz（周期 T=17ns）で光パルスの最小幅は Tw/2=8.5ns である。これを 4 倍速にした場合、チャネルクロックは 114MHz（周期 T=8.5ns）で光パルスの最小幅は Tw/2=4.25ns となる。さらに 10 倍速にした場合、チャネルクロックは 228MHz（周期 T=4.25ns）で光パルスの最小幅は Tw/2=2.125ns となる。

【 0 0 0 8 】 また、サブトラック制御のステップでは、2 倍速時 0.5ns ステップで制御しているので 4 倍速時は比

例的に 0.25ns ステップで、10 倍速時は 0.1ns ステップで制御する必要がある。

【 0 0 0 9 】 一方、現状の光パルスの立下り時間 Tr、立下り時間 Td は 1ns ないし 2ns である。この値は現状 2 倍速時では最小光パルス幅 (8.5ns) に対し、Tr、Td 時間 (2ns) は十分小さく、ほぼ矩形波的に出力することを意味しているが、4 倍速時には最小光パルス幅 (4.25ns) と同等になり台形波状になり、さらに 10 倍速時には最小光パルス幅 (1.7ns) より Tr、Td 時間が大きくなり、三角波的となってしまう。光パルスが三角波的になると記録層の高

温化とその急冷動作が行えなくなってしまう、高速記録が可能となってしまう。

【 0 0 1 0 】 光パルスの立下り時間 Tr、立下り時間 Td を決めている要因の 1 つは半導体レーザーを電流駆動するレーザドライバの駆動電流自身の立下り時間、立下り時間である。記録の場合には 100mA オーダーの大電流を扱うためそのドライバの出力段素子も大きくする必要がある。この素子サイズに比例して浮遊容量も増加する。このため出力電流の変化もこの容量および出力段素子の内部抵抗で急峻な変化がでない。2 つ目は、半導体レーザー自身も持つ浮遊容量の影響である。一般的に数十ピコ法の容量をもって、3 つ目はレーザドライバと半導体レーザー間の配線のインダクタンスおよび浮遊容量である。これらの容量、インダクタンスの影響で半導体レーザーに流れる電流の変化が妨げられているためである。

【 0 0 1 1 】 この光パルスの立下り、立下り時間を考慮して、高速記録を可能とする工夫が交感：Optical Data Storage 14-17 May 2000 Post dead time Papers PD 1: "High-Speed Recordable DVD up to 20Gb/s with Nucleation-Free Extractive Phase-Change Material of the (Sb<sub>2</sub>Te<sub>2</sub>)<sub>2</sub>Se<sub>2</sub>SB"にて提案されている。

【 0 0 1 2 】

【発明が解決しようとする課題】 前記文献では、高速記録時の最小光パルス幅の短時間化を達成するために記録光パルスの分割方法を工夫している。具体的には、従来 DVD 2 倍速時、Tw（チャネルクロックの周期）単位でマルチパルスを生成（最小パルス幅=Tw/2=8.5ns）したのに対し、DVD 4 倍速の高速記録時には、2TW を単位にしてマルチパルスを形成し、最小パルス幅を Tw=8.5ns としている点である。DVD の変調方式の場合、レーザ長は 3Tw から 11Tw までである。2TW を単位としているためレーザ長が偶数の場合は奇数の場合でその記録光パルスの分割方法を変えている。

【 0 0 1 3 】 この方法をさらに高速記録の DVD 8 倍速に適用すると、4Tw 単位でマルチパルスを生成し、最小光パルスを Tw=5ns にすることはできるが、4Tw 単位パルスの分割方法を変える必要がある。言い換えると 3Tw から 11Tw の 9 種類のレーザ長に対してそれぞれ分割方法が異なることになる。

【 0 0 1 4 】 この文献の提案方法の第 1 の問題点は、記録スピードが高速になるほど、サブトラック制御の適用（対称となるレーザ長）が膨大することである。従来の Tw を単位にした記録光パルスの分割方法は、レーザ長に対応して分割光パルスが 1 つずつ増えることになり、6Tw 以上のレーザ長に關しては、レーザの先頭部と尾部の分割光パルスの列のバリエーション幅とその間隔を同一にすることができない（熱膨張の状態をほぼ同一にする）ことがでる。こので、サブトラック制御は 6Tw 以上のレーザ長を 1 つのグループとして扱うことができる。しかし、

2Tを単位にした場合は分割光の波数が少なくなり熱制御が難しくなるので、レーザ光頭部と尾部の分割光の波数列長とで分け、つまり熱的変化が偶数レーザ長と奇数レーザ長とで分け、6T以上のレーザを奇数と偶数の2グループに分けて、サブレーザ制御が必要である。さらに、4Tを単位にした場合は一段と分割光の波数が少なくなり、(10Tで最大3組の光の波数)の2で割って全て分割光の波数の波数が異なり、全てのレーザに対してそれぞれ独立にサブレーザ制御を必要がある。このサブレーザ制御範囲の拡大はサブレーザ制御/パルス複雑さとサブレーザ制御/パルスを学習するために必要となる各レーザ長のエッジ位置検出回路等の複雑さの増大)となる。さらに光ファイバ装置に光ファイバを配置して、その学習時間が増大を招く。

【0015】第2の問題点は、CAV (Constant Angular Velocity) 記録の場合、ディスクの内周と外周で記録速度が約2.5倍の差があり、このため記録速度に切り替える必要がある。連続記録ができにくいことである。

【0016】また、高速記録において以下の点を考慮する必要がある。

【0017】1つは、高速記録時に光の波数の立上り、立下り時間T<sub>r</sub>、T<sub>f</sub>がサブトラック周回時間に対して相対的に増加する点である。前記方法で高速記録時でも最小光の波数幅は一定値以上にすることができ、高速記録時にはよりT<sub>r</sub>時間が短くなるのにに対し、その光の波数のT<sub>r</sub>は従来と同様に1nsをいし2nsのままである。T<sub>r</sub>に対するT<sub>f</sub>の比率は、DVD 2倍速時T<sub>r</sub>/T<sub>f</sub>=2ns/3、4ns/0.6となる。1Tを基準に考えると高速記録になるほど光の波数は相対的に短くなり、波長レベルが上昇および下降することになる。これは、ディスク面上でなり、光の波数のT<sub>r</sub>、T<sub>f</sub>区間の領域が増大することになり熱的影響の結果的にサブレーザ制御範囲の拡大とともに、形成されるレーザのエッジ位置の安定性が劣化する。本来、低速記録時と同様なT<sub>r</sub>/T<sub>f</sub>比率をい、は、所定値以下のT<sub>r</sub>/T<sub>f</sub>比率で高速記録することが必要である。

【0018】1つは、高速記録に伴いサブレーザ制御のスケッチ幅がより微小化する点である。前述のようにDVD 10倍速時、1nsオプとなる。原理的には1041ns単位の間延延素子をシフトを計数する方法とか、0.1ns単位の遅延素子をシフトを接続し、その内の対応する遅延位置を選択する方法等により、0.1nsスケッチの光の波数に付く消費電力等の点から実用的な実用性が懸念される。

【0019】本発明の目的は記録用光の波数の立上り時

間T<sub>r</sub>、立下り時間T<sub>f</sub>を改善し高速記録を可能にすることにある。また、これにより同一のライントラックでCAV連続記録を可能にする。

【0020】また本発明の他の目的は、記録用光の波数の位置を制御するサブレーザ制御のスケッチ幅を微小化し高速記録時のサブレーザ制御を可能にすることである。

#### 【0021】

【課題を解決するための手段】本発明の目的を達成するための、半導体レーザの発振周波数1Tより小さい電流値の第1の駆動電流I<sub>1</sub>と発振周波数1Tより大きい電流値の第2の駆動電流I<sub>2</sub>を有し、半導体レーザの駆動電流を第1の駆動電流I<sub>1</sub>から第2の駆動電流I<sub>2</sub>に変化させ、その後所定時間後、第1の駆動電流I<sub>1</sub>に変化させるようにした。

【0022】本発明の他の目的を達成するために、光の波数を発光するレーザ、発光前の第1の駆動電流I<sub>1</sub>の値を記録するレーザ長に対応して可変するようにした。

【0023】本発明は駆動電流変化に対する半導体レーザの光出力応答特性、特に緩和振動とその発振周波数を利用したものである。半導体レーザの発振周波数1T以上の直で駆動電流をパルス的に変化させた場合は、光出力はその駆動電流に比例した光パルスを出力する。光出力の立下り時間T<sub>r</sub>、立下り時間T<sub>f</sub>は、駆動回路(レーザドライバ)から半導体レーザ端までの配線のインダクタンスおよび浮遊容量および半導体レーザ自身に有する浮遊容量の影響で、レーザドライバ出力の駆動電流の立下り時間、立下り時間より短くなることはない。具体的にはレーザドライバの駆動電流のT<sub>r</sub>、T<sub>f</sub>は2ns前後にない1.5nsであり、結果的に光の波数は2ns前後になつていく。

【0024】しかし、駆動電流を発振周波数1T以下から1T以上に変化した場合、光出力の応答は前述とは異なる振動を示す。図1にその様子を示す。図1の(1)に示すように、駆動電流を1Tより小さい駆動電流I<sub>1</sub>から1Tより大きい駆動電流I<sub>2</sub>に変化させた場合(ここではその変化を理想的に矩形的に変化させた場合)ここでまた配線の影響および半導体レーザ自身の浮遊容量等の影響もないものとしていく、図1の(2)に示すように、半導体レーザの発振は高周波数(半導体密度N<sub>1</sub>)、駆動電流I<sub>1</sub>に対応したキャリア密度n<sub>1</sub>から駆動電流変化に対応して半導体レーザ固有の時定数で上昇し、発振周波数のキャリア密度N<sub>1</sub>に達する。発振周波数のキャリア密度N<sub>1</sub>に達すると発光を開始する。キャリア密度の増加、2) これによる光子密度と誘導放出の増加、3) 誘導放出に伴うキャリア密度と誘導放出の減少がそれぞれ時間遅れを伴って繰り返されるため、いわゆる緩和振動を起す。この緩和振動の周波数はおよそ2n<sub>1</sub>から4n<sub>1</sub>で



るセレクタである。1 O はセレクタ 8 の出力値に対応した電圧を出力する DAC (Digital to Analog Converter) である。9 は高周波重畳を行うために高周波電流信号を出力する IFM (High Frequency Module)。1 2 は半導体レザ ー 1, 1 3 は半導体レザ ー 1 2 の出力パルスにモニタするオプティコクタ、1 4 はオプティコクタ 1 1 3 の出力電圧を電圧に変換する 1-V amp、1 5 は 1-V amp 1 4 の出力より記録時の発光パルス (平均値) を検出し、記録発光パルスの基準値として、また IFM 9 の出力電流の基準電流として供給する Write-AFC 部、1 6 は 1-V amp 1 4 の出力より再生時あるいは記録中のスレーブ時の発光パルスを検出し、再生発光パルスの基準値との差に对应した電流 Iamp (以下これを Read-AFC電流と称す) を出力する Read-AFC部である。1 1 は電圧 DAC 1 O からの出力電流 Iwrite と IFM 9 からの出力電流 Irbf とを Read-AFC部の出力電流 Iamp を加算し半導体レザ ー 1 2 に供給する加算部である。この加算部は実際に各電流源の出力電流をワイヤード加算する構成である。

【0 0 3 3】(1、2) 駆動電流 Iw、Ie、およびボトム駆動電流 Ibp

1. 1 セレクタ 8 で選択されたとき、駆動電流 Iw、Ie 指示値は Write DAC 1 O で電圧変換され記録電流 Iwrite として Iamp 電流に加算され、半導体レザ ー 1 2 の駆動電流 I1Dは I1D = Iamp + Iwrite となる。このとき半導体レザ ー 1 2 の Write Power Pe を発光する。1. 2 セレクタ 8 で選択されたときは、同様駆動電流 I1e 指示値は Write DAC 1 O で電圧変換され Iamp 電流に加算され、半導体レザ ー 1 2 の駆動電流 I1Dは I1D = Iamp + Iwrite になり、Erase Power Pe を発光する。

【0 0 3 4】駆動電流 Ib、Ib-stp は、フーズノイズ生成の駆動電流 Iw を駆動する直前の駆動電流を設定する電流指示値であり、駆動電流 Ib、Ib-stp は、フーズノイズ生成後、Ib、Ib-stp 電流 Iw を駆動する直前の駆動電流指示値である。Ib、Ib-stp は上記のタイミントラック以外の駆動電流 Iw を駆動する直前の駆動電流指示値である。また Ib、Ib-stp は再生時に Write DAC 1 O の出力電流 Iwrite をセレクトするための電流指示値である。これら、Ib-stp、Ib-ecp、Ib-1st、Ib-zero のいずれがセレクタ 8 で選択された場合、駆動電流 I1D は、I1D = Ib、Ib-stp、Ib-ecp、Ib-1st、Ib-zero のいずれが選択された場合、駆動電流 I1D となるように予め設定しておく。例えば、I1D = Iamp + Ib-stp = Ib となるが Ib < I1b となるように Ib-stp を設定しておく。Ib-stp、Ib-ecp、Ib-1st、Ib-zero 選択時の半導体レザ ー 1 2 の駆動電流 I1D をボトム駆動電流 I1b とする。前述のように Ib < I1b としているので、この場合半導体レザ ー 1 2 は非発振状態である。この状態で半導体レザ ー 1 2 の非発振電流 I1b = Iw (Write Power Pe 対応) や、Ie (Erase Power Pe 対応) に変化させると、前述図 1、図 3 で示したように発振運動

Td 後、緩相駆動を伴い発光し、高速の立上り時間 Td の光パルスを得る。

【0 0 3 5】(1、3) adaptive parameter memory Ib-stp、Ib-ecp

図 6 の (1) に Ib-stp 値群を記憶するメモリ 4 のアドレスと対応する記憶値 Ib-stp の値を示す。この互換例では先行 space 長と記録 Mark 長をそれぞれ 37n、47n、57n および 67n 以上の 4 つのグループに分け、先行 space 長と記録 Mark 長の組み合わせで、16通りの Ib-stp の値を記憶している。この Ib-stp の値を変えることにし、半導体レザ ー 1 2 のボトム駆動電流 I1b (I1b) 以下が、先行 space 長と記録 Mark 長を組み合わせで変えることでその後に I1b に駆動電流が変化すること、きの発振運動 Td が変化し、発光パルスの立上りエッジ位置を制御する。図 6 の (2) に Ib-ecp 値群を記憶するメモリ 4 のアドレスと対応する記憶値 Ib-ecp の値を示す。メモリ 4 と同様に記録 Mark 長と後続 space 長の組み合わせで、16通りの Ib-ecp の値を記憶している。Ib-stp と同様、この Ib-ecp の値を変えることにし、ボトム駆動電流 I1b (I1b) 以下に I1b に対応して、その後に I1b に駆動電流が変化するときの発振運動 Td が変化し、Erase 発光パルスの立上りエッジ位置を制御する。

【0 0 3 6】(1、4) High Frequency Module

図 7 に IFM 9 の構成およびその動作を説明する。9. 1 は IFM 9 の出力振幅を設定する IF AMP レジスタ、9. 2 は IF AMP レジスタ 9. 1 の出力値に对应した電流を出力する IF AMP DAC (Digital to Analog Converter)、9. 3 は IF AMP DAC 9. 2 の出力電流を IFM 9 の出力電流 I1t として出力するスイツチ、9. 4 は高周波で発振する発振器、9. 5 はライントラック部 1 からの HFM 制御信号 HFM control の状態のとき、発振部 4 の周波数スイツチ 9. 3 を on/off し、HFM control が状態のとき、HFM の出力電流が I1t となるようにスイツチ 9. 3 を制御する HFM control 回路である。H FM DAC 9. 2 の出力電流 I1t は I1t と I1t の差を発振部 4 の発振周波で繰り返す。つまり IFM 9 は振幅 I1t で最小値ゼロ、最大値 I1t の高周波信号を出力する。

【0 0 3 7】(1、5) Write-AFC、Read-AFC

図 8 に Write-AFC 部 11 と Read-AFC 部 12 の構成を示す。まず Read-AFC 部 12 の構成およびその動作を説明する。16. 1 は LPF (Low Pass Filter)、16. 2 は Sample/hold 回路、16. 3 は Sample/hold 回路 16. 2 の出力と Read Power 基準電圧 16. 4 を比較し、その差に对应した電圧を出力する差動アンプ、16. 5 は差動アンプ 16. 4 の出力電圧を電流に変換する抵抗、16. 6 は入力電流を電流増幅する電流アンプである。Sample/hold 回路 16. 2 はライントラック部 1 より出力されるタイミントラック信号 H-AFC timing で制御される。通常 Read mode 時に Sample 電圧となるように I1b となる。CD-R-W-D-R の記録時の場合は、Write mode 中においても、モード記録時以外のタイミントラック (Space タイ

ミング) で Sample 状態となるように制御される。この R-APC 部は Read 時および上述 Space タイミングでの半導体レーザ12の発光 Power が Read Power 基準電圧に対応する Power となるように出力電流 Iapc を制御する。通常 Read Power は 10mW 前後に設定される。

【0043】 Write-APC 部 15 は Read-APC 部 16 と同様な要素で構成される。15, 11 は LPF、15, 21 は Sample/Hold 回路、15, 34 は Sample/Hold 回路 15, 32 の出力と Write Power 基準電圧 15, 4 を比較し、その差に対応した出力電圧を電流に変換するオペアンプ 15, 44 は入力電流を電流増幅する電流アンプである。Sample/Hold 回路 15, 32 はオペアンプ 15, 34 より出力されるタイミング信号 W-APC timing で制御される。この Write-APC 部 15 は、ローパスフィルタの半導体レーザ12の出力 Power を所定レベルにするための回路であり、ローパスフィルタ中あるいは記録中の Sample 状態とし、この間の平均出力光パワーを抽出することにより所定値光パワー Pw を推定し、この値が所定値となるように、その出力電流 Iref を制御する。

【0049】(2) 実施例の動作  
以上、本発明の各構成要素について説明した。以下本発明の全体動作および詳細動作を各種タイミンググラフに対応して説明して行く。

【0042】(2.1) 書き換え型媒体に適用した場合  
図9に書き換え型媒体に適用した場合の本発明の動作を示している。図9の(1)はタイミンググラフで NRZ、(2)は2値化記録信号 NRZ (de-labeled)。タイミンググラフ 1 は入力された NRZ 信号はこの NRZ (de-labeled) 信号よりデータ、スペース長を抽出するための期間分と(例えば12bit)先行している。ここでは、2値化記録信号と記録電流波形との関係(いわゆるタイミンググラフ)を示している。(3)は半導体レーザ12を駆動する駆動電流 ILD (ここでは説明の煩雑さを避けるため、駆動電流の立上り、立下り時間を略し、直線上で示している。実際には図3、図4で示したように立上り、立下り時間がある)を有している。(4)は発光出力波形、(5)は Write/read mode を制御する信号 W/R を示している。

【0041】(2.1.1) 各電流値と先駆期間値電流 Ith との大小関係  
まず、Iapc 電流、Ith 電流および記録電流 Iwrite の電流値関係を明らかにしておく。

【0042】 Read 時の場合 / NR 信号が write 状態 a) w、HPC 信号が on 状態となり、HPC より振幅 1/10 で最小レベル、最大値 1/10 の高周波電流と Read-APC 16 の出力電流 Iapc の加算値が半導体レーザ12を駆動する。このとき Write Monitor に受光した半導体レーザ12の光パワーが Read Power 基準電圧 16, 4 に対応する基準電圧よりも小さい場合は、Read-APC 部 16 は Iapc 電流を増加させる。逆に大きい場合は Iapc 電流を減少させる。このタイミンググラフにより発光パワーが基準電圧に一致

するように動作する。

【0043】 Iapc、Ith と Ith の関係を  
Iapc < Ith < Iapc + Ith  
のように、Iapc 電流は発振周波数 Ith より小さく、Iapc + Ith 電流は Ith より大きくすることにより緩和駆動を生じさせる。そして高周波で駆動することにより緩和振動初期の1ないし2周期間で駆動電流を Ith 以下にして短い光パルスを生じさせて出力光の干渉光のより発振初期時の戻り光の影響をなくし Read 時の戻り光による雑音増加を抑制する。

【0044】 HPC 9 からの高周波電流は、スイッチ 9, 3 で on/off して発生しているが、記録電流が立上り、立下り時間を持つていると同様に、Write DAC 10、Read APC の出力段浮遊容量、半導体レーザ端までの配線のインダクタンス、浮遊容量および半導体レーザ12自身の有する容量等により電流変化が高周波になるほど三角波的から正弦波的になる。この結果、Ith を大きくするほど、Iapc は小さくなり、駆動電流 Ith + Iapc の Ith を超える期間が短くなりより高周波の光パルスを出力する。装置の小型化に伴い半導体レーザ12から光パワーがスミで光路長が短くなるにつれ、一般的により Ith を大きくして光パルスの期間を短くするようにしている。

【0045】記録時には、HPC 9 の出力電流はゼロとなるように制御されるが、Read 時の Iapc 電流は、Sample/Hold 回路 16, 2 でホールドされた状態になる。DVD-RAM (2倍速) の場合、記録セクタ単位ごとにその先頭部に予め記録されているセクタアドレス等を Read するための write/read mode を切替える。その周期は約 0.75ms である。このホールドされた Iapc 電流にセクタ8により選択した記録電流 Iwrite が加算され半導体レーザ12を駆動する。【0046】 Write Power Feed に対応する電流 Iw を選択した時の半導体レーザ12の駆動電流を Iw、Erase Power Feed に対応する電流 Iez を選択したときの半導体レーザ12の駆動電流を Iez、同様に Ith 選択時の Ith、Ith 選択時の Ith + Iez 電流を選択し、Ith (Ith + Iez) 選択時および Iez 選択時の半導体レーザ12の駆動電流を Ib(sfp)、Ib(ecsp)、Ib(fixed) および Ib(zero) とすると、

Iw = Iapc + Iw  
Iez = Iapc + Iez  
Ib(sfp) = Iapc + Ib\_sfp  
Ib(ecsp) = Iapc + Ib\_ecsp  
Ib(fixed) = Iapc + Ib\_fixed  
Ib(zero) = Iapc + Ib\_zero  
n は 1 とすれば Ib\_zero = 0 であり、かつ Ith との大小関係は  
Iapc = Ib(zero) ≤ Ib(sfp)、Ib(fixed) < Ith < Iez < Iw

のようにホールド駆動電流 Ib(zero)、Ib(sfp)、Ib(ecsp)、Ib(fixed) を設定する。この電流値関係を図9の(3)に縦軸として示している。

【0047】(2.1.2) 動作および動作タイミンググラフ



write mode時、ライストラフデジ部1は、チャネルクロックclkと2値化記録信号NRZより、マージ長、スベースを抽出し、予め定められたタイミングで長、スベースを制御して記録電流Iwriteを切替る記録電流波形を生成する。図9の例では、(a) First Pulse、(b) multi-pulse chain、と(c) last Pulseでマージを記録する記録電流波形を構成している。

【0048】抽出したマージ長に対応して、multi-pulses chainを構成するpulsesの数を覚えて各マージ長に対する記録電流波形を生成する。スベース部では、電流Ilowを選択し、Erase電流Ieで、ライストラフ上にスベースを形成する。

【0049】NRZ signal (delayed)の立上り時点まで電流Ilowの選択から電流Ib、stfpの選択に切替える。ここで、先行スベース長を3Tw、記録マージ長を8Twとするとライストラフデジ部1はIb、stfp address部として3S-64値(ここでSは1以上)を1つのマージマージ制御グループとしてこの間で、マージ信号 (delayed)の立上り時点より先行して出力する。Ib、stfp parameters memory 4はこのライストラス値に対応して、予め記憶しているIb、stfp(3S-64)値を出力する。この値がIb、stfpとしてセレクトラフ8で選択されWrite DAC 10に供給される。NRZ signal(delayed)の立上り時点からIstfp、fixed時間後、ライストラフデジ部1は電流Ilowを選択する。その後Istfp時間後、電流Ib、fixedを選択する。このIstfp時間からFirst Pulseの電流Ib、fixedになる。図中区間(3)から(6)の各区間がmulti-pulse chain区間で、各区間ごとに、電流Ilowの選択とIb、stfp時間後電流Ib、fixedの選択を繰り返す。Istfp時間がmulti-pulseのアドレス幅になる。図中区間(7)の開始時点まで電流Ilowを選択し、その後Istfp時間後電流Ib、stfpを選択する。Istfp時間がLast Pulseのアドレス幅になる。ここで後続のスベース長を4Twとすると、ライストラフデジ部1は、Ib、stfp address値として64-4S値をlast pulseの立上りマージより先行して出力する。Ib、stfp parameters memory 5はこのライストラス値に対応して、予め記憶しているIb、stfp(64-4S)値を出力する。この値がIb、stfpとしてセレクトラフ8で選択されWrite DAC 10に供給される。NRZ signal (delayed)の立下り時点までライストラフデジ部1は電流Ilowを選択し、Erase電流Ieでライストラフ上にスベースを形成する。Read mode時、ライストラフデジ部1はIb、zeroを選択し、Write DAC 10の出力電流をゼロにする。

【0050】(2. 1. 3) 光出力波形  
図9の(4)に、上記した半導体レーザー12の駆動電流波形IDに対応した光出力波形を示している。前述したようにポトA駆動電流Ibを発振間電流Ibより小さくしているため、発光出力Ivは緩衝駆動とを伴い、急激に立ち上がる。緩衝駆動間期を0.5ns(200ps)とすると、約0.25%の急激な立ち上り時間Tが得られる。First pulseの電流立上りエッジ前の駆動電流Ib、stfpを先行スベース長と記

録マージ長に対応して可変することにより、発振遅延時間Tを可変する。これにより光出力のFirst pulseの立上りエッジ位置stfpをプログラフに微制御することができる。同様に、Erase pulseの電流立上りエッジ前の駆動電流Ib、stfpを記録マージ長と後続スベース長に対応して可変することにより、光出力のErase pulseの立上りエッジ位置stfpをプログラフに微制御することができる。このプログラフ制御により高速記録時のライストラス上のマージエッジを所望の位置にすることができ

る。

【0051】(2. 1. 4) Write APC制御  
半導体レーザー12の発振間電流Ibと発光のスロープ効率ηは温度依存性がある。温度が高くなるほど、Ibは増加し、スロープ効率ηは低下する。Ibの増加に対しては、Read APC部16が、Read Powerが所定値になるようにIb、stfp電流を増加させる。スロープ効率ηの低下に対してはWrite APC部15が所定のWrite PowerとなるようにIb、stfp電流を増加させる。Ib、stfp電流はWrite DAC 10の基準電流となっておりIbの増加に対応してWrite DAC 10の出力電流Iwriteが増加する。このそれぞれWriteのライストラスグループによりRead PowerおよびWrite Powerが一定化される。本実施例では、Write APC部15の出力電流Ib、stfpをIb、ηにも供給しIb、η、DACの基準電流としている。これはスロープ効率ηの低下に対応して発振電流の振幅Ib、stfpを増加させる。記録電流Iwriteと発振電流の振幅Ib、stfpをWrite APC部16で同一の比率で制御することにより、スロープ効率ηが変化しても記録電流Iwriteと発振電流の振幅Ib、stfpの電圧比を常に一定にしている。この結果、温度変化に対しても発振間電流Ib、stfpとIwriteの電流比、Erase電流比、各種ポトA駆動電流Ibの大小関係および比率が変化せず、同一の光出力波形を得ることができる。

【0052】(2. 2) 追記型媒体(DVD-R)に適用した場合  
図10に追記型媒体、例えばDVD-Rに適用した場合の動作を示している。図9と同様に、図10の(1)はチャネルクロック信号CLK、(2)はNRZ signal(delayed)、(3)は半導体レーザー12を駆動する駆動電流ID、(4)は光出力波形、(5)はWrite Read modeを制御する信号/線を示している。各電流値と発振間電流Ibの関係は前述と同じである。

【0053】善機え型媒体の場合と大きく異なる点は、スベース期間の半導体レーザー12の駆動電流である。善機え型媒体の場合にはErase電流で駆動するが、追記型媒体の場合にはErase Powerと同等の電流で先行Read modeと同じ状態にしている。よって、ライストラフデジ部1は、追記型媒体の場合、Read mode時と同一のWrite mode時でのSpace期間においてもIb、0の行信号を用いて状態にする。また同時にIb、zeroをセレクトラフ8で選択し

記録電流writeをゼロにする。

【 0 0 5 4 】記録駆動電流波形は前述と同様に、NZ2 signal (delayed)の立上り時点まで電流Ib.zeroの選択から電流Ib.stripの選択に切り替える。Ib.stripの値は先行スベール長と記録テープ長に対応した値がIb.strip parameter memory 4より供給される。NZ2 signal (delayed)の立上り時点からIb.strip fixed時間後、電流Ilowを選択して駆動電流を立上げ、その後Ib.time間後Ib.fixedを選択する。図中(5)から(7)の各Ib固定間はmulti-pulse区間で各Ib固定区間に、電流Ilowの選択とIb.time間後電流Ib.fixedの選択を繰り返す。図中区間(8)の前Ib固定時点で電流Ilowを選択し、その後Ib.time間後電流Ib.zeroを選択する。この例の場合、電流Ib.time pulseの立上り時点の電流Ib.stripを先行スベール長と記録テープ長で可変し、光出力のIb.time pulseの立上りエッジ位置Ib.stripをアダプティブ制御している。

【 0 0 5 5 】図110の(4)に上記駆動電流による光出力波形を示している。図9の例と同様に各光出力パルスは緩衝駆動を伴い急峻に立ち上がる。また、Ib.time pulseの電流立上りエッジ前の駆動電流Ib.stripを先行スベール長と記録テープ長に対応して可変することにより、発振遅延時間Tdを可変する。これにより光出力のIb.time pulseの立上りエッジ位置Ib.stripをアダプティブに微小制御することができる。

【 0 0 5 6 】(2、3) 追記型媒体(CD-R)に適用した場合、図11に追記型媒体、例えばCD-Rに適用した場合の動作を示している。前図と同様に、図11の(1)はチャネルアップ信号ch-ack、(2)はNZ2 signal (delayed)、(3)は半導体レーザー12を駆動する駆動電流ID、(4)は光出力波形、(5)はwrite/Read modeを制御する信号w/Rを示している。各電流値と発振閾値電流Ithの関係は前述と同じである。

【 0 0 5 7 】図110のDVD-Rの場合と大きく異なる点は、テープを形成する記録電流波形が1つの電流パルスで形成されている点である。NZ2 signal (delayed)の立上り時点で電流Ib.zeroの選択から電流Ib.stripの選択に切り替える。Ib.stripの値は先行スベール長と記録テープ長に対応した値がIb.strip parameter memory 4より供給される。NZ2 signal (delayed)の立上り時点からIb.time間後、電流Ilowを選択して駆動電流を立上げる。その後、NZ2 signal (delayed)の立上り時点から1Tの間、電流Ib.fixedを選択する。DVD-Rの場合と同様に、電流Ib.time pulseの立上り時点の電流Ib.stripを先行スベール長と記録テープ長で可変し、光出力のIb.time pulseの立上りエッジ位置Ib.stripをアダプティブ制御している。

【 0 0 5 8 】図11の(4)に上記駆動電流による光出力波形を示している。光出力パルスは緩衝駆動を伴い急峻に立ち上がる。また、駆動電流の立上りエッジ前の駆動電流Ib.stripを先行スベール長と記録テープ長に対応して

可変することにより、発振遅延時間Tdを可変する。これにより光出力の立上りエッジ位置Ib.stripをアダプティブに微小制御することができる。

【 0 0 5 9 】(2、4) 高速CVR記録への適用例  
図12に高速CVR記録した場合の動作を示している。図中(1)はCVR内周記録のタイミントを、図中(2)はCVR外周記録のタイミントを示している。この例は記録電流波形をmulti-pulse chainで構成し、このIbパルス幅は内周記録の場合も外周記録の場合も同じパルス幅Ibとして示している。単位時間当りのチャネル上の記録エネルギーを高める。各電流パルスは発振閾値電流Ith以下でIb.time間後再びIb.time間後電流Ithにすることにより、光パルスの立上り時間Tt、立下り時間Trを前述と同様に改善している。このTt、Trの改善により高速でmulti-pulseが生成できるので外周も記録が可能となる。また、先端の駆動電流パルスの立上りエッジと記録テープ長に対応して光パルスの立上りエッジを制御することができる。

【 0 0 6 0 】(2、5) 駆動電流の時間軸制御と発振遅延制御の組み合わせ  
今まで説明した例では、光パルスのエッジ位置制御をホトA駆動電流Ibの電流値を変え、発振遅延時間Tdを変え、これにより行う例を示したが、従来行われている記録電流パルスのエッジ位置を制御する方法と発振遅延時間Td制御する方法を組み合わせ、光パルスのエッジ位置の制御範囲の拡大と伴に制御スレッショウの微小化を図ることができ。

【 0 0 6 1 】図13に上記組合せの動作の様子を示している。図中(1)は半導体レーザー12の駆動電流ID、図中(2)は駆動電流ID対応する光出力を示している。ここでは記録電流パルスエッジ制御の最小スレッショウとして示している。図中(3)は時刻t0で電流Ib(<Ith)からwrite電流Ib(>Ith)に変化させ、図中(4)は同じ時刻t0で電流Ib2(<Ib1<Ith)からwrite電流Ib1(>Ith)に変化させた場合である。図中(5)は前記ΔT後の時刻t1で電流Ibからwrite電流Ib1に変化させ、図中(6)は同じ時刻t1で電流Ibからwrite電流Ib1に変化させた場合である。記録電流IDに対応する光出力はIDに対応する光出力に対して、ポトA電流Ibは伴に同じIb1であるのでΔT遅延して発光する。記録電流IDに対応する光出力はIDに対応する光出力に対して、ポトA電流のIb1とIb2に対応して発振遅延が異なるため、この差に対応して遅延して出力する。この図でIb1とIb2の発振遅延時間の差ΔTをΔT/2とした例である。Ibをより細かく分割できる。【 0 0 6 2 】この組合せにより高速記録時、記録電流パ

ルスエッジ位置を微小制御する選磁素子の超高速動作

およびこれに伴う消費電力の増加等を緩和することができ、実用化が可能となる。

【0063】(2、6) 磁気記録媒体への適用

光記録のノイズ幅を緩和振動周期の複数周期としたが、駆動電流のノイズ幅を上より小さくすることにより光記録ノイズ幅を緩和振動周期の1周期分とした磁気レコーダノイズを生成できる。これを利用することにより、より微細なレーザを高速で記録することが可能となる。

【0064】

【発明の効果】 本発明により記録用光ノイズの上り特性および立下り特性を改善でき高速記録化が可能となる。これにより低速から高速まで同一のライストラプシとすることのできるCAVの連続記録が可能となる。また記録用光ノイズの前縁エッジ位置を微小に制御することができるので高速記録時のレーザエッジ位置の制御が可能となる。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】 半導体レーザの緩和振動を説明する図
- 【図2】 半導体レーザの共振周波数を説明する図
- 【図3】 ボトム電流 $I_b$ の値による光出力応答差を示す図
- 【図4】 ボトム電流 $I_b$ により光ノイズを可変する様子を示す図
- 【図5】 本発明の実施例の構成図
- 【図6】 ボトム電流 $I_b$ を記憶するメモリの内容を示す図
- 【図7】 HFM (High Frequency Modulation) の構成図
- 【図8】 Write APCおよびRead APC部の構成図
- 【図9】 本発明を適用した型媒体に適用した場合の動作説明

【図1】

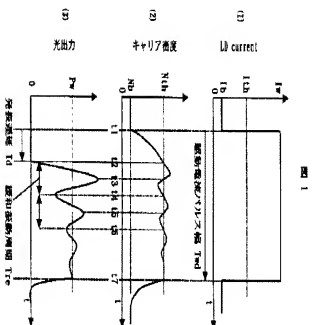


図 1

説明

【図10】 本発明を追記型媒体(DVD-R)に適用した場合の動作説明図

【図11】 本発明を追記型媒体(CD-R)に適用した場合の動作説明図

【図12】 本発明をCAV記録に適用した場合の動作説明図

【図13】 本発明の共振周波数と従来の記録電流ノイズエッジ位置制御との組合せを説明する図

- 1. . . . . ライストラップシ
- 2. . . . . 記録電流 $I_{w0}$ レシタ
- 3. . . . . ボトム駆動電流 $I_{b,scf}$  Parameters memory
- 4. . . . . ボトム駆動電流 $I_{b,scf}$  Parameters memory
- 5. . . . . ボトム駆動電流 $I_{b,scf}$  Parameters memory
- 6. . . . . ボトム駆動電流 $I_{b,scf}$  Parameters memory
- 7. . . . . ボトム駆動電流 $I_{b,scf}$  Parameters memory
- 8. . . . . セルシタ
- 9. . . . . HFM (High Frequency Modulation)
- 10. . . . . Write DAC
- 11. . . . . 電流加算部
- 12. . . . . 半導体レーザ
- 13. . . . . Pre-amp monitor Photo detector
- 14. . . . . T-V amp
- 15. . . . . Write APC部
- 16. . . . . Read APC部
- 17. . . . . HFM AMP DAC
- 18. . . . . 発振器

【図3】

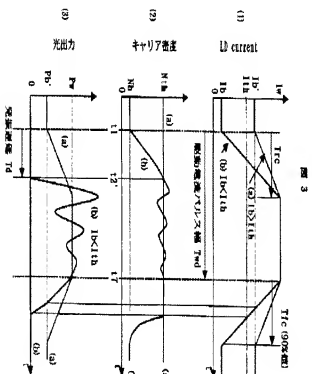
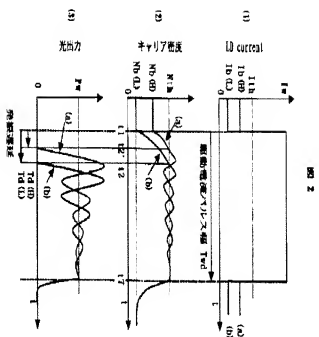
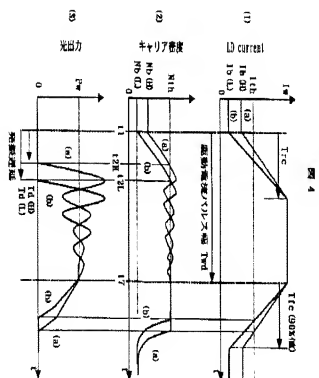


図 3

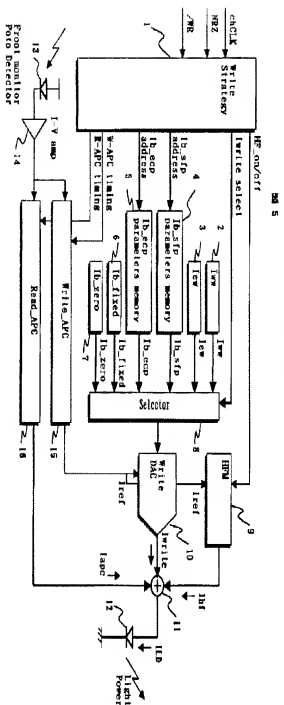
【図2】



【图 4】

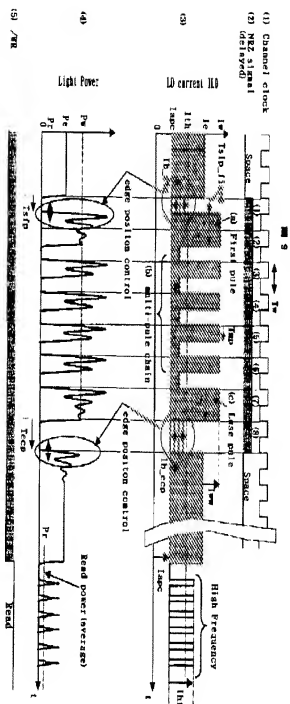


【圖 5】

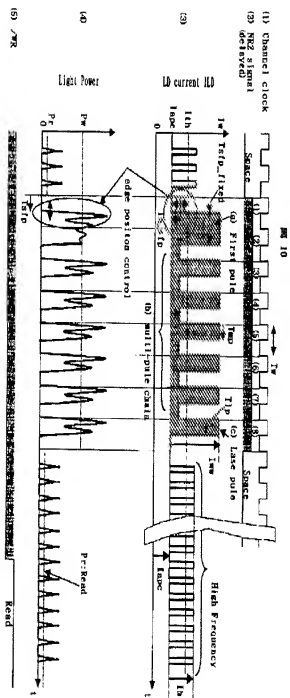




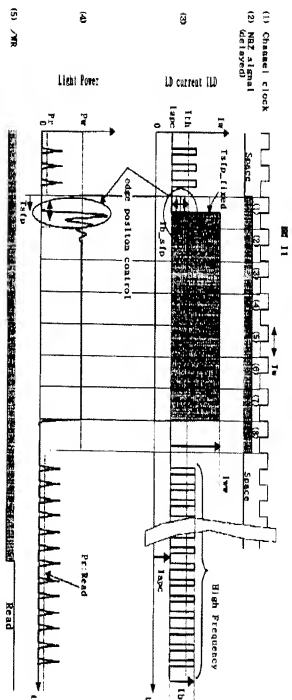
【図 9】



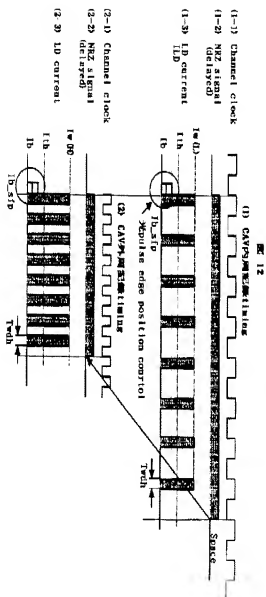
【図 10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 星野 隆司  
茨城県ひたちなか市船田1410番地 株式会社  
日立製作所システムデバイス製品事業部  
内

(72)発明者 樽井 正明  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株  
式会社日立製作所システムデバイス開発本  
部内  
Fターム(参考)  
5D090 AA01 BB04 CC01 EE02 KR05  
5D119 AA23 BA01 DA01 FA05 GA56  
5P073 BA05 BA14 GA12 GA24 GA25